

536, 204

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2005 年 3 月 31 日 (31.03.2005)

PCT

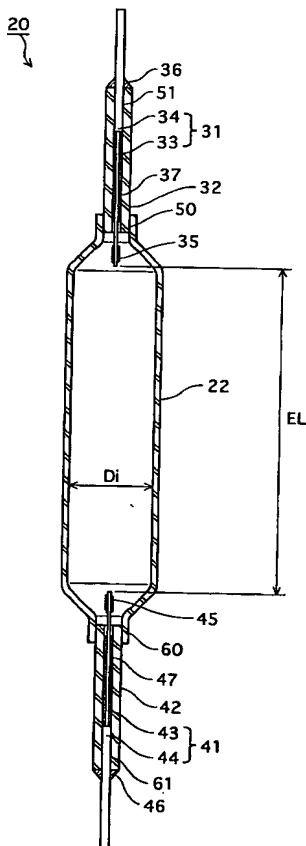
(10) 国際公開番号
WO 2005/029535 A1

- (51) 国際特許分類⁷: H01J 61/88, 61/30, 61/34
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/013259
- (22) 国際出願日: 2004 年 9 月 6 日 (06.09.2004)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2003-330534 2003 年 9 月 22 日 (22.09.2003) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 竹内 延吉
- (74) 代理人: 中島 司朗 (NAKAJIMA, Shiro); 〒5310072 大阪府大阪市北区豊崎三丁目2番1号 淀川5番館6F Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD,

[続葉有]

(54) Title: METAL HALIDE LAMP

(54) 発明の名称: メタルハライドランプ



(57) Abstract: A metal halide lamp comprising an arc tube which has a pair of electrode leads having an electrode at its end, a main tube portion having therein a discharge space where the electrodes are opposed to each other and made of a polycrystalline alumina ceramic, and a pair of thin tube portions through which the electrode leads are passed and which are connected to the main tube portion and sealed with a sealing material. The following relations are satisfied: $20 \leq WL \leq 50$, $EL/Di \geq 2.0$ and $0.5 \leq G \leq 5.0$ where WL (W/cm^2) is the tube wall load of the arc tube, EL (mm) is the distance between the electrodes, Di (mm) is the inside diameter of the main tube portion, and G (μm) is the crystal grain diameter of the polycrystalline alumina ceramic.

(57) 要約: 先端部に電極を有する一対の電極導入体と、内部に電極が互いに対向するように配設された放電空間を有する多結晶アルミナセラミックからなる本管部と、当該本管部に接続され、かつ、内部に電極導入体が挿通されてシール材によって封止される一対の細管部とを有する発光管を備えるメタルハライドランプであって、発光管の管壁負荷を WL (W/cm^2)、電極間の距離を EL (mm)、本管部の内径を Di (mm)、多結晶アルミナセラミックの結晶粒径を G (μm) とすると、 $20 \leq WL \leq 50$ 、 $EL/Di \geq 2.0$ 、 $0.5 \leq G \leq 5.0$ を満たしている。

WO 2005/029535 A1



SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書
メタルハライドランプ

技術分野

- 5 本発明は、メタルハライドランプに関する。

背景技術

近年開発されているメタルハライドランプは、主に店舗などの商業空間における屋内インテリア照明で広く用いられている。

- 10 メタルハライドランプの発光管の材料として、従来は石英を用いたものが主流であったが、近年は石英に代わってセラミック材料を用いたものが主に開発されている。石英管は、耐熱温度が約 1 0 0 0℃程度であるが、セラミック管では耐熱温度が約 1 2 0 0℃以上であるので、セラミック管を用いることによって、より高い管壁負荷を加えることが可能
- 15 となり、高効率・高演色のメタルハライドランプを実現できることが知られている。セラミック材料としては、多結晶アルミナセラミック（ Al_2O_3 ）（以下、「アルミナ」と表記する。）が主に用いられており、アルミナは、全透過率が 9 0 % 以上と高く、ランプ効率の面から有利である。

- また、高効率のランプを得るために、日本国特表 2 0 0 2 - 5 3 6 7
- 20 8 6 号公報では、細長い形状をした発光管を用いることが提案されている。この発光管が高効率を得ることができる主な理由としては、発光管が長く電極間距離が長いほど、電子と発光金属とが衝突する回数が増えて発光スペクトルの量が多くなること、及び、発光管が細いほど、発光金属による自己吸収を抑えられ、発光スペクトルが効率良く発光管の外部に放射されること等が考えられる。
- 25

しかしながら、細長い形状をしたメタルハライドランプの場合、発光管の内壁とアークとの距離が近くなり、発光管が高温となる。ランプのオン・オフサイクルによって、発光管は高温まで熱せられた後、常温まで冷却される熱サイクルが繰り返されるが、発光管の形状が細くなるほ

ど、より高温まで熱せられた後に冷却されることになるので、熱衝撃が大きくなる。内径が比較的大きかった従来の発光管では、ランプの点灯時に発光管はそれほど高温とはならなかったので、熱衝撃によってクラックが発生することは稀であったが、高効率のランプとするために発光管の形状を細くすると、上述した過大な熱衝撃によってクラックが発生し、ランプ寿命が短くなるという新たな問題が生じた。

本発明は、上記のような問題点に鑑みてなされたものであって、ランプのオン・オフサイクルによる熱衝撃によってクラックが発生することのない高効率かつ長寿命であるメタルハライドランプを提供することを目的としている。

発明の開示

上記目的を達成するために、本発明は、先端部に電極を有する一対の電極導入体と、内部に電極が互いに対向するように配設された放電空間を有する多結晶アルミナセラミックからなる本管部と、当該本管部に連接され、かつ、内部に電極導入体が挿通されてシール材によって封止される一対の細管部と、を有する発光管を備えるメタルハライドランプであって、発光管の管壁負荷を WL (W/cm^2)、電極間の距離を EL (mm)、本管部の内径を Di (mm)、多結晶アルミナセラミックの結晶粒径を G (μm) とすると、 $20 \leq WL \leq 50$ 、 $EL/Di \geq 2.0$ 、 $0.5 \leq G \leq 5.0$ を満たしていることを特徴としている。なお「管壁負荷」とは、電極間にある本管部内壁の単位表面積当たりのアーク放電入力という。また、本明細書内において、「結晶粒径」とは、多結晶アルミナセラミックの結晶粒径の平均値をさすものとする。具体的な求め方については後述する。

さらに、多結晶アルミナセラミックの結晶粒径 G (μm) は、 $0.5 \leq G \leq 1.5$ を満たしていることが好適である。

上記構成において、自己吸収を低減する観点からは、本管部の内径 D

i (mm) は、 $2.0 \leq D_i \leq 10.0$ を満たしていることが好適である。

また、上記の多結晶アルミナセラミックは、MgO が 200 ppm 以下だけ添加されていることが好ましい。

- 5 また、高効率のランプとするためには、上記の多結晶アルミナセラミックは、全透過率が 94% 以上であることが好ましい。

上記構成においては、本管部の材料に用いる多結晶アルミナセラミックの結晶粒径を従来よりも小さい $5 \mu\text{m}$ 以下に調整しているため、本管部は熱衝撃に対しての耐性が高まっている。これにより、発光管の形状を細長くすることによって、より高温まで熱せられてより大きな熱衝撃が生じても、本管部においてクラックの発生を防止することができる。したがって、発光管を細長い形状としたことによって発光効率が高まったメタルハライドランプにおいて、長寿命化を実現することができる。

- 10 さらに、多結晶アルミナセラミックの結晶粒径 $G [\mu\text{m}]$ を $0.5 \leq G \leq 1.5$ の範囲内に調整することによって、クラックの発生をより効果的に抑制できることが確認されている。

また、MgO を 200 ppm 以下だけ添加してアルミナ粉を焼成すると、封入物との反応性の低い多結晶アルミナセラミックを得ることができる。当該多結晶アルミナセラミックを本管部の材料に用いることによって、ランプの光束維持率が長時間にわたって保たれるので、長寿命であるメタルハライドランプを得ることができる。

さらに、MgO を添加したアルミナ粉を、例えばタングステン炉を用いて、常圧（水素雰囲気中）あるいは真空中で焼成すると、透過率が 94% 以上である多結晶アルミナセラミックを得ることができる。当該多結晶アルミナセラミックを本管部の材料に用いることによって、効率の良いメタルハライドランプを得ることができる。

図 1 は、本発明の実施の形態に係るメタルハライドランプの全体構成を示す図である。

図 2 は、本実施の形態に係る発光管の構成を示す断面図である。

図 3 は、MgO の添加量と光束維持率との関係を示すデータである。

5 図 4 は、管壁負荷が 35 W/cm^2 のときの結晶粒径と不点確率との関係を示すデータであって、図 4 (1) は本管部内径が 2.0 mm のとき、図 4 (2) は本管部内径が 3.5 mm のとき、図 4 (3) は本管部内径が 5.0 mm のとき、図 4 (4) は本管部内径が 7.0 mm のとき、図 4 (5) は本管部内径が 10.0 mm のときのデータである。

10 図 5 は、管壁負荷が 45 W/cm^2 のときの結晶粒径と不点確率との関係を示すデータであって、図 5 (1) は本管部内径が 2.0 mm のとき、図 5 (2) は本管部内径が 3.5 mm のとき、図 5 (3) は本管部内径が 5.0 mm のとき、図 5 (4) は本管部内径が 7.0 mm のとき、図 5 (5) は本管部内径が 10.0 mm のときのデータである。

15

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明に係るメタルハライドランプの実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

20 1. (メタルハライドランプの構成)

以下、図面を参照しながら、本発明に係るメタルハライドランプの実施の形態について詳細に説明する。はじめに、図 1 を参照しながら、本実施の形態に係るメタルハライドランプの全体構成について説明する。

25 図 1 は、本実施の形態に係るメタルハライドランプ 10 の構成を示した図であって、外管ガラスバルブ 11 の一部を切り欠いてランプ内部の構造を示したものである。

図 1 に示すように、メタルハライドランプ 10 は、外管ガラスバルブ 11 に E 形口金 12 を装着した構成となっている。外管ガラスバルブ 11 の内部には、発光管 20 がガラスステム 13 から導出した給電用のス

ステム線 14、15 によって支持されている。

発光管 20 はその側面の外周を石英シールド管 16 により囲繞されているが、これは発光管 20 が破裂したような場合に、その影響を受けて外管ガラスバルブ 11 が破損するのを防止するためである。更に、外管
5 ガラスバルブ 11 の内部には窒素が 46. 5 kPa だけ封入されており、これはステム線 14、15 間等を絶縁して、外管ガラスバルブ 11 内で放電が発生するのを防止するためである。また、外管ガラスバルブ 11 は、発光管 20 を保温するとともに、ステム線等の酸化を防止する等の役割を果たしている。以下、メタルハライドランプ 10 に備えられる発
10 光管 20 の実施の形態について説明する。

2. (発光管の構成)

図 2 を参照しながら、本実施の形態に係る発光管 20 の構成について説明する。図 2 は、発光管 20 の構成を示した断面図である。発光管 20 は、内部に放電空間を有する本管部 22 と、この本管部 22 の両端部
15 に配設された細管部 32、42 と、電極導入体 31、41 とを有する。

本管部 22 は、内径が D_i の略円筒形状をしており、開口部近傍についてはテーパ形状をなしている。

細管部 32、42 は、接合部分 50、60 において本管部 22 にそれぞれ嵌合されており、焼き嵌めによって気密に固着されている。

20 電極導入体 31 は、電極部 33 と給電体部 34 とを電氣的に接合することによって形成されている。電極導入体 41 も同様に、電極部 43 と給電体部 44 とを電氣的に接合することによって形成されている。

電極部 33 はタングステン棒とこの先端部に巻回されたタングステンコイル 25 とを有する。電極部 43 も同様の構成を有している。

25 電極導入体 31、41 は、電極部 33、43 の先端同士が本管部 22 の放電空間内で所定距離 EL だけ隔てて対向するように、細管部 32、42 内にそれぞれ挿通されている。細管部 32、42 は、電極導入体 31、41 の給電体部 34、44 全体を覆うように細管部 32、42 内に流し込まれたフリット 36、46 によって気密に封止されている。なお、

フリット 36、46 はランプ点灯時に給電体部 34、44 がハロゲンにより侵蝕されるのを防止する役割も果たしている。

電極部 33、43 の各タングステン棒には、放電空間の内部に封入されている発光金属が細管部 32、42 の内部に侵入するのを防止するため、モリブデンコイル 37、47 がそれぞれ巻回されている。本管部 22 内に封入される発光金属が、細管部 32、42 内に侵入していったん深く沈み込むと、当該発光金属は本管部 22 内の放電空間に戻りにくく、これにより放電空間における発光金属の量が低減することになる。発光金属の量が変化するとランプの色温度が変化してしまうので、モリブデンコイル 37、47 によってこれを抑制している。

本管部 22 の内部には、発光金属、緩衝ガス、及び始動補助用希ガスが封入されている。なお、緩衝ガスとして水銀 (Hg) が、始動補助用希ガスとしてアルゴン (Ar) が封入され、発光金属としてはヨウ化ジスプロシウム (DyI_3)、ヨウ化ツリウム (TmI_3)、ヨウ化ホルミウム (HoI_3)、ヨウ化タリウム (TlI)、及びヨウ化ナトリウム (NaI) が所定量封入されている。

細管部 32、42 から導出している給電体部 34 には図 1 に示すステム線 15 に接続され、給電体部 44 はステム線 14 に接続されている。

3. (メタルハライドランプの動作)

電極導入体 31、41 に電圧が印加されると、始動補助用の希ガスによって電極間での放電が誘発される。この放電によって本管部 22 内の温度が上昇して、上記の発光金属が蒸気化する。蒸気化した発光金属は、電子との衝突によって励起されて発光スペクトルを放射する。例えば、ナトリウムの場合には、一般に D 線と呼ばれる、波長が 589.0 nm、589.6 nm の橙黄色をした発光スペクトルを放射する。各発光金属は、固有の発光スペクトルを放射し、これらの組み合わせで、ランプの光束、色温度等が決定される。

ここで、発光金属から放射された発光スペクトルは、同種の他の発光金属に吸収されやすいという性質を有している。発光金属から放射され

た発光スペクトルは、同種の発光金属を励起させるのに必要十分なエネルギーを有しているからである。この現象は、一般に自己吸収と呼ばれおり、自己吸収が多く起こると、発光管20の外部まで到達する発光スペクトルの量が低減するので、発光効率が低下することになる。

- 5 したがって、自己吸収をできるかぎり抑えて、発光効率の高いランプを得るためには、発光スペクトルは、できる限り同種の発光金属に衝突することなく、発光管20の外部に透過することが好ましい。

 また、発光スペクトルは、アーク放電によって放出される電子と発光金属とが衝突したときに放射されるので、電子と発光金属との衝突回数
10 が多くなる構成とすることによって、ランプの発光効率は高まることになる。

 この二つの観点を踏まえると、本管部22の形状を細長くすることによって、発光効率の高い発光管が得られるといえる。ここで、電極31、41間の距離を EL (mm)、本管部22の内径を Di (mm)としたとき
15 に、 $EL/Di \geq 2.0$ であるときに、高効率のランプが得られることが確認されている。

 また、発光管に加える管壁負荷 WL (W/cm^2) があまりにも小さいと、十分な蒸気圧が得られず、発光効率が低くなるので、高効率のランプとするには、管壁負荷は少なくとも $20 W/cm^2$ 以上に設定する必要がある。その一方で、管壁負荷をあまりにも大きくすると、本管部22
20 内の温度が $1200^\circ C$ 以上となり、封入物と本管部22との反応性が高まって、本管部22が侵蝕されるおそれがあるので、管壁負荷は $50 W/cm^2$ 以下に設定する必要がある。

 したがって、 $EL/Di \geq 2$ 、かつ、 $20 \leq WL \leq 50$ を満たすランプ構成とすることによって、高効率のランプを得ることができる。さら
25 に、本管部22の内径 Di を $10 mm$ 以下にすると自己吸収を低減できることが確認されている。構造上及び製造上の理由により、本管部22の内径 Di は $2.0 mm$ 未満にすることは困難であるため、本管部の内径 Di (mm) は、 $2.0 \leq Di \leq 10.0$ の範囲に設定することが好

適である。

しかしながら、上記条件を満たす発光管 20 は、その形状が細長く、従来の発光管よりも管壁がアークに近接しているので、本管部 22 の温度がより高温まで熱せられることになる。これにより、本管部 22 には、
5 従来の発光管よりも大きな熱衝撃が加わることになるので、ランプの寿命時間内においてクラックが発生しやすくなるという問題が生じる。

本願発明者らは、当該クラックを防止する手段について検討を重ね、本管部 22 の材料として用いるアルミナの熱特性に着目した。アルミナ自体の熱衝撃に対する耐性が高まれば、クラックの発生を防止できると
10 考えたからである。試行錯誤の結果、本管部 22 の材料として用いるアルミナの結晶粒径 G を従来のものより小さくすることによってクラックの発生を低減できることが見出された。具体的には、アルミナの結晶粒径を $5\ \mu\text{m}$ 以下に調整することによってクラックの発生を低減できることが判明した。この詳細については実験データを参照しながら後述することにする。ここで、アルミナの結晶粒径を従来の $15\ \mu\text{m} \sim 40\ \mu\text{m}$
15 よりも小さい $5\ \mu\text{m}$ 以下に調整する必要があるが、その方法について以下に説明する。

4. (アルミナの焼成方法)

はじめに、多結晶アルミナセラミックの焼成方法の概要について説明
20 する。多結晶アルミナセラミックは、アルミナ粉、バインダー等が調合されたスラリーを鋳型に入れて、所定温度で所定時間焼成することによって得られる。アルミナ粉は白色をしているが、焼成によって結晶化して、結晶軸が多方向を向いている多結晶の透光性アルミナセラミックが焼結される。アルミナ粉の粒径、焼成温度及び焼成時間を調整すること
25 によって、所望する粒径をした多結晶アルミナセラミック（以下、「アルミナ」と表記する。）を得ることができる。

ここで、アルミナ粉は、焼成すると粒成長することが知られている。したがって、例えば $3\ \mu\text{m}$ の結晶粒径をしたアルミナを製造する場合には、粒径が $0.5\ \mu\text{m}$ 程度のアルミナ粉体を焼成することによって得ら

れる。

しかしながら、アルミナ粉を焼成すると、粒成長が均一におこらずに、局所的に極端に粒径が成長する、いわゆる異常粒成長が生じることがある。異常粒成長は、アルミナ粉の粒径が小さいほど起こりやすい。従来の発光管に用いているアルミナの結晶粒径は $15\ \mu\text{m}$ から $40\ \mu\text{m}$ 程度であったが、今回は、従来よりも結晶粒径の小さいものを得たいので、異常粒成長は起こりやすくなる。異常粒成長が生じると、結晶粒径を所望の大きさに調整することが不可能となるため、焼成時には異常粒成長を抑制する必要がある。異常粒成長を抑制する手段としては以下の2つの方法が考えられる。

異常粒成長は、高温で焼成するほど生じやすいので、焼成温度を低くする方法が考えられる。しかし、低温で焼成すると、焼成されたアルミナの結晶密度が十分に高くなり、結晶粒界に気孔が多く残った状態となる。結晶粒界に気孔が存在すると、アルミナ内を透過する光が乱反射され、全透過率が低下するという問題が生じる。したがって、焼成温度は、少なくとも結晶密度が十分に高くなる温度以上に設定する必要がある、当該温度では、異常粒成長が生じるので、低温で焼成する方法は不適である。

異常粒成長を抑制する他の方法として、アルミナに他の物質を添加して焼成する方法が考えられる。ここで、アルミナに MgO を添加すると、高温で焼成しても異常粒成長を抑えて、均一に粒成長させながら焼成できることが確認されている。そこで、以下は、アルミナに MgO を添加する場合について検討する。

はじめに、具体的なアルミナの焼成方法について説明する。従来、比較的小さな結晶粒径をしたアルミナについては、熱間等方圧加圧法 (Hot Isostatic Pressing、以下、「HIP」と表記する。) によって焼成している。HIPは、等方的な圧力を被処理体に同時に加えて加熱処理するプロセスであって、通常はアルゴンなどのガスを圧力媒体として等方的な圧力を加えながら焼成する。焼成には、発熱コイルがカーボンによ

て形成されている、いわゆるカーボン炉が使用されている。

従来と同様のHIPによって、アルミナ粉にMgOを添加して結晶粒径が5 μ mのアルミナを焼成した。すると、焼結したアルミナは茶色味を帯びたもの、あるいは、黄味がかったものとなってしまう、透過率の低いものとなった。その原因は不明ではあるが、結晶粒径を小さくしたこと、5
10 高圧下で焼成したこと、MgOを添加したこと、炭素はアルミナに含浸されやすいのにもかかわらずカーボン炉を用いたこと、あるいはそれらを組み合わせた条件下で焼成したこと等が、透過率が低下した要因であると推測される。いずれにしても、茶色味を帯びたアルミナでは、
10 十分な透過率が得られないので、発光管の材料として相応しくない。

本発明者らは、透過率の高いアルミナを得るために、焼成方法について試行錯誤を重ねた。その結果、タングステン炉を用いて、常圧（水素雰囲気）あるいは真空下で焼成すると、MgOを添加して結晶粒径を5
15 μ m以下に調整することができ、かつ、透光性を有する白乳色で透過率が94%以上であるアルミナが得られることを見出した。

5. (MgOの添加量について)

つづいて、上記の方法によって焼結された、透光性を有する白乳色で透過率が95%であるアルミナを用いて発光管を数本試作した。これらの発光管を用いてランプを製造して寿命試験を行なったところ、光束維持率
20 率が著しく低下するものがあることが確認された。

これは、添加物のMgOが、封入物との反応性が高いことに起因すると考えられる。MgOは、多結晶アルミナ内において、結晶粒界に偏在するが、アルミナの結晶粒径を小さくするほど結晶粒界が多くなり、これによってMgOと封入物との接する面積が大きくなるので、それらの
25 反応性も高まることになる。

MgOと封入物とが反応すると、封入物である希土類ヨウ化物とMgOとが化学結合して、ヨウ化マグネシウム等の新たな化合物が生成され、発光スペクトルが変化するという弊害が生じる。また、原因は不明であるが、MgOを添加すると、本管部内壁に黒化が生じやすくなることが

確認されている。これらが主な要因となって、光束維持率が低下したと考えられる。

そこで、本発明者らは、MgOの添加量に着目することとし、MgOの添加量と、光束維持率との関係について研究を重ねた。本発明者らは、
5 MgOの添加量が異なる数種のアリミナ発光管を試作して点灯試験を行い、光束維持率の変化について調べた。図3はその結果をまとめたものであって、MgOの添加量と光束維持率との関係を示すデータである。
なお、点灯試験として、5.5時間点灯した後に0.5時間消灯することを繰り返す、いわゆる寿命試験を12000時間行なった。アリミナ
10 の結晶粒径Gは、1.5 μm に調整した。

図3に示すように、MgOの添加量を300ppm以上にすると、点灯経過時間が12000時間の時点で、光束維持率が70%未満に低下することが確認された。その一方で、MgOの添加量が200ppm以下の場合には、12000時間点灯した後であっても、光束維持率は7
15 0%以上に保たれており、発光管材料として良好であることが確認された。本試験により、MgOの添加量を200ppm以下とすることによって、MgOと封入物の反応を抑え、ランプの発光管材料として好適であるアリミナを製造できることが導き出された。なお、異常粒成長を抑制する観点からは、少なくともMgOは1ppm添加することが好まし
20 い。

以上より、アリミナを焼成するにあたって、MgOの添加量を200ppm以下にしてタングステン炉によって常圧（水素雰囲気）あるいは真空中で焼成し、得られたアリミナを発光管に用いると、封入物との反応性が低く、光束維持率の高いランプが得られることが判明した。また、
25 MgOを少なくとも1ppm添加することにより、結晶粒径を径小に調整することができるとともに、透過率の高いアリミナを得ることができる。

6.（結晶粒径の大きさについて）

上記の方法を用いて、MgOを200ppmだけ添加した、結晶粒径

の大きさが $0.5 \mu\text{m}$ から $15.0 \mu\text{m}$ であるアルミナを製造した。当該アルミナを用いて、本管部の内径 D_i が 2.0mm から 10.0mm である発光管を各種試作して点灯試験を行なった。なお、結晶粒径の大きさは、所定長さあたりに存在する結晶の数を測定し、当該長さをそこに存在する結晶の数で割った平均値を算出することによって求めた。点灯試験は、上述の寿命試験を 18000 時間行なった。図4及び図5はその結果を示したものであって、(1) から (5) は本管部の内径が 2.0mm から 10.0mm のときの各データである。なお、図4は、管壁負荷を $35 \text{W}/\text{cm}^2$ に、図5は、管壁負荷を $45 \text{W}/\text{cm}^2$ にしたときのデータである。表中の「不点確率」とは、クラックが発生した確率をいう。なお、定格寿命において、クラックなどによる不点が発生しない確率（残存率）が 50% 以上であれば、製品として支障がないとされている。

図4に示すように、管壁負荷が $35 \text{W}/\text{cm}^2$ のときには、結晶粒径が $0.5 \mu\text{m}$ から $5.0 \mu\text{m}$ の範囲であれば、本管部22の内径 D_i がいずれの大きさであってもクラックが発生しないことが確認された。一方、結晶粒径が $10.0 \mu\text{m}$ 及び $15.0 \mu\text{m}$ のときには、不点確率が 55% 以上となり、製品として出荷できないことが確認された。

図5に示すように、管壁負荷が $45 \text{W}/\text{cm}^2$ のときには、結晶粒径が $0.5 \mu\text{m}$ から $1.5 \mu\text{m}$ の範囲であれば、本管部22の内径 D_i がいずれの大きさであってもクラックが発生しないことが確認された。

結晶粒径が $3.0 \mu\text{m}$ 及び $5.0 \mu\text{m}$ のときは、本管部22の内径 D_i が 2.0mm 及び 10.0mm であれば、クラックは発生しないが、内径 D_i が 3.5mm から 7.0mm のときには、発光管の中にはクラックが発生するものがあることが確認された。これは、本管部22の内径 D_i が 3.5mm 以上になると、浮力等によってアークが湾曲することに起因する。アークが湾曲すると、本管部22の内壁とアークとは、さらに近接することになる。これにより、本管部22は局所的に高温まで熱せられ、本管部22にはより大きな熱衝撃が生じることになるので、

クラックが発生しやすくなる。なお、本管部 22 の内径 D_i が 10 mm のときには、アークが湾曲した場合であっても、本管部 22 の内壁とアークとの距離は保たれているので、クラックは発生しなかった。なお、本管部 22 の内径が 2.0 mm のときには、アークが湾曲することは確認されなかったが、これは、本管部 22 の内径が細く、アークは空間的な制限を受けているので湾曲することなく直進したものと考えられる。本管部 22 の内径 D_i が 3.0 mm から 7.0 mm のときには、上記のアークの湾曲によってクラックが発生することもあるが、不点確率が 20 % 以下で、残存率が 80 % 以上であるので、結晶粒径が 3.0 μm 及び 5.0 μm のときには製品として支障はない。

従来の幅広の発光管に用いられているアルミナの結晶粒径は、15 μm から 40 μm 程度であり、図 4 及び図 5 に示すように、結晶粒径が 15 μm のときには、内径 D_i が 10 mm 以下の発光管に用いると、不点確率が 65 % 以上となるので、当該アルミナを製品に使用することはできない。また、結晶粒径を 10 μm に調整したときにも、不点確率が 55 % 以上となっており、クラックの発生を十分に低減できないことが確認された。

以上の試験より、結晶粒径を 5.0 μm 以下とすることによって、本管部 22 においてクラックの発生を低減でき、18000 時間における残存確率が 80 % 以上になることが判明した。特に、結晶粒径を 1.5 μm 以下とすると、アークが湾曲する等によって過酷な温度条件となった場合であっても、クラックの発生を効果的に抑制できることが明らかになった。

上記においては、管壁負荷が 35 W/cm² 及び 45 W/cm² である場合の結果について記載したが、管壁負荷を 20 W/cm² から 50 W/cm² としたときにも同様の傾向がみられた。また、結晶粒径が径小であるほど、熱衝撃に対する耐性が高まるので、結晶粒径は、より径小に調整することが好ましい。しかし、製造上の理由及び寿命中の粒成長により、結晶粒径を 0.5 μm 未満にすることは困難であるので、結晶粒径

G (μm) は、 $0.5 \leq G \leq 5.0$ の範囲に調整することが好適である。

7. (ランプ特性)

上記の方法によって、焼成したアルミナ（全透過率 94.5%、直線透過率 8%、結晶粒径 1.5 μm 、MgO 添加量 200 ppm）を用いてランプを試作して、他のランプ特性についても測定した。

発光管の全長（細管部 32、42 の両端間の距離）を 72 mm、電極長を 2.5 mm、電極間距離 EL を 32.0 mm、本管部 22 の内径 Di を 4.0 mm（管外径 ϕ 6.2 mm）、発光管形状パラメータ $EL/Di = 8.0$ に設定し、管壁負荷 WL を 45 W/cm^2 にして寿命試験を行った。この結果、ランプ効率 128 lm/W、平均色温度 3025 K で平均演色評価数 $Ra = 75$ である高効率のランプが得られた。なお、定格寿命 9000 時間点灯時の光束維持率は 85% で、本管部 22 にクラックが発生するものはなかった。

また、発光管の全長を 80 mm、電極長を 3.0 mm、電極間距離 EL を 40.0 mm、本管部 22 の内径 Di を 4.0 mm（管外径 ϕ 7.2 mm）、発光管形状パラメータを $EL/Di = 10.0$ に設定し、管壁負荷 WL を 45 W/cm^2 にして寿命試験を行った。この結果、ランプ効率 134 lm/W、平均色温度 3105 K で平均演色評価数 $Ra = 78$ のレベルである高効率のランプが得られた。なお、定格寿命 9000 時間点灯経過時の光束維持率は 88% で、本管部 22 にクラックが発生するものはなかった。

以上より、本実施の形態によれば、発光管を細長い形状とすることによって、ランプ効率を高めることができ、かつ、発光管に発生しうるクラックを抑えることができるので、高効率かつ長寿命であるメタルハライドランプを提供することができる。

8. (変形例)

以上、本発明を実施の形態に基づいて説明してきたが、本発明の内容が、上記実施の形態に示された具体例に限定されないことは勿論であり、例えば、以下のような変形例を考えることができる。

上記においては、本管部 22 に用いるアルミナの結晶粒径を、全領域にわたって均一に径小にしたものについて説明したが、局所的に結晶粒径を小さくする構成としてもよい。例えば、本管部 22 の内径 D_i を 5 mm にすると、アークが湾曲することがあり、特に中央部が熱せられることになる。この場合、本管部 22 の中央部及びその近傍においてのみ、結晶粒径を $5.0 \mu\text{m}$ 以下に調整することによってクラックの発生を低減することができる。

また、上記においては、本管部 22 の結晶粒径について注目して記載したが、細管部 32、42 の材料に用いるアルミナの結晶粒径についても $5 \mu\text{m}$ 以下としてもよい。これにより、熱衝撃によって細管部 32、42 に発生しうるクラックを抑制することができる。

また、上記においては、本管部 22 の形状は、略円筒状であると説明したが、管軸と垂直な断面が全ての切断面で同一面積の円となる円筒であってよいし、例えば、管軸と垂直な断面が管中央部に近づくほど面積の大きな円となるエンタシス状の円筒であってもよい。

さらに、上記においては、本管部 22 及び細管部 32、42 が別個独立した部材からなり、当該本管部 22 に細管部 32、42 が焼嵌される構成について説明したが、本管部 22 と細管部 32、42 とが一体に形成されている構成であってもよい。

産業上の利用可能性

以上に説明したように、本発明は、発光管を細長い形状にした場合であっても発光管にクラックが生じにくいという効果を有しているので、本発明によって、高効率で、かつ、長寿命であるメタルハライドランプを提供することができる。

請 求 の 範 囲

1. 先端部に電極を有する一対の電極導入体と、
内部に前記電極が互いに対向するように配設された放電空間を有する
- 5 多結晶アルミナセラミックからなる本管部と、
当該本管部に連なり、かつ、内部に前記電極導入体が挿通されてシー
ル材によって封止される一対の細管部と、
を有する発光管を備えるメタルハライドランプであって、
前記発光管の管壁負荷を WL (W/cm^2)、前記電極間の距離を EL
10 (mm)、前記本管部の内径を Di (mm)、前記多結晶アルミナセラミ
ックの結晶粒径を G (μm) とすると、
 $20 \leq WL \leq 50$ 、 $EL/Di \geq 2.0$ 、 $0.5 \leq G \leq 5.0$ を満た
していることを特徴とするメタルハライドランプ。
- 15 2. 前記多結晶アルミナセラミックの結晶粒径 G (μm) は、 $0.5 \leq G \leq 1.5$ を満たしていることを特徴とする請求の範囲第1項記載の
メタルハライドランプ。
3. 前記本管部の内径 Di (mm) は、 $2.0 \leq Di \leq 10.0$ を満
20 たしていることを特徴とする請求の範囲第1項記載のメタルハライドラ
ンプ。
4. 前記多結晶アルミナセラミックは、 MgO が $200 ppm$ 以下だ
け添加されていることを特徴とする請求の範囲第1項記載のメタルハラ
25 イドランプ。
5. 前記多結晶アルミナセラミックは、全透過率が 94% 以上である
ことを特徴とする請求の範囲第1項記載のメタルハライドランプ。

図 1

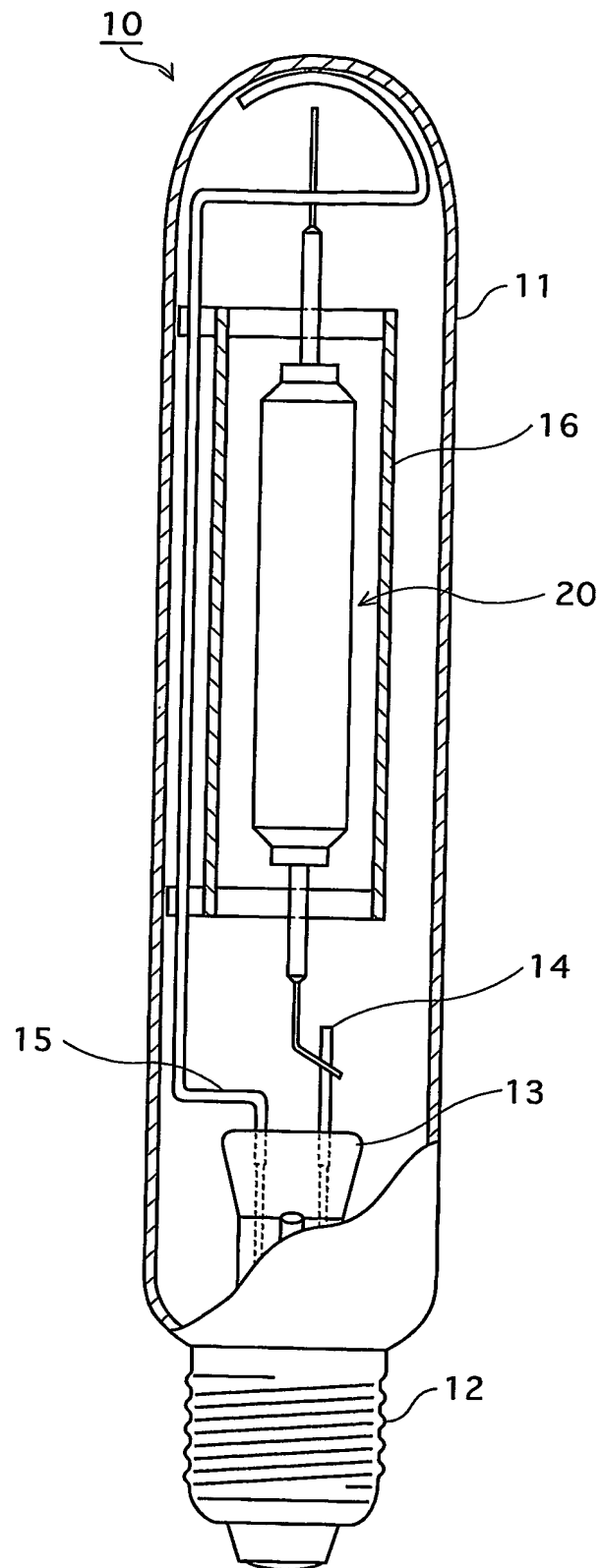


図2

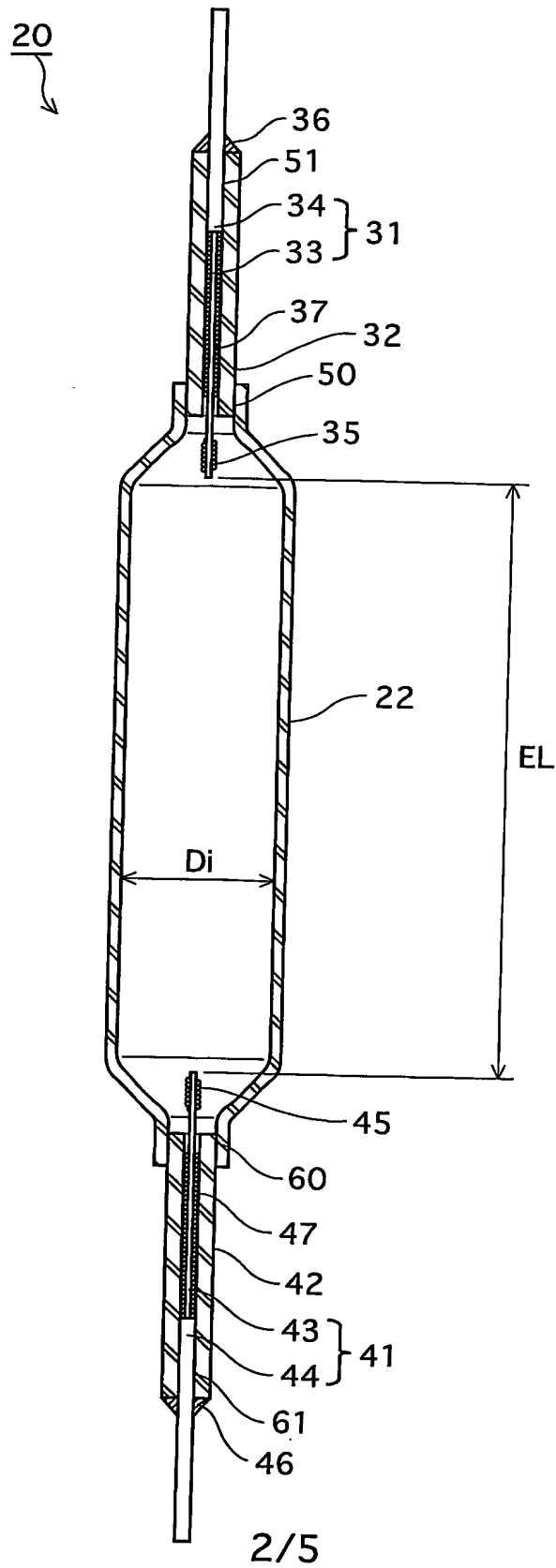


図3

MgOの添加量と光束維持率との関係

MgO(ppm)	100	200	300	400	500	700
光束維持率(%)	75	72	65	62	61	58

図4

結晶粒径と不点確率との関係(管壁負荷35W/cm²、18000時間)

(1)本管部内径：2.0mm

結晶粒径(μm)	0.5	1.0	1.5	3.0	5.0	10.0	15.0
不点確率(%)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	60.0	80.0

(2)本管部内径：3.5mm

結晶粒径(μm)	0.5	1.0	1.5	3.0	5.0	10.0	15.0
不点確率(%)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	70.0	90.0

(3)本管部内径：5.0mm

結晶粒径(μm)	0.5	1.0	1.5	3.0	5.0	10.0	15.0
不点確率(%)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	70.0	90.0

(4)本管部内径：7.0mm

結晶粒径(μm)	0.5	1.0	1.5	3.0	5.0	10.0	15.0
不点確率(%)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	75.0	95.0

(5)本管部内径：10.0mm

結晶粒径(μm)	0.5	1.0	1.5	3.0	5.0	10.0	15.0
不点確率(%)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	55.0	65.0

図5

結晶粒径と不点確率との関係(管壁負荷45W/cm²、18000時間)

(1)本管部内径：2.0mm

結晶粒径(μm)	0.5	1.0	1.5	3.0	5.0	10.0	15.0
不点確率(%)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	80.0	100.0

(2)本管部内径：3.5mm

結晶粒径(μm)	0.5	1.0	1.5	3.0	5.0	10.0	15.0
不点確率(%)	0.0	0.0	0.0	5.0	5.0	90.0	100.0

(3)本管部内径：5.0mm

結晶粒径(μm)	0.5	1.0	1.5	3.0	5.0	10.0	15.0
不点確率(%)	0.0	0.0	0.0	5.0	10.0	85.0	100.0

(4)本管部内径：7.0mm

結晶粒径(μm)	0.5	1.0	1.5	3.0	5.0	10.0	15.0
不点確率(%)	0.0	0.0	0.0	10.0	20.0	95.0	100.0

(5)本管部内径：10.0mm

結晶粒径(μm)	0.5	1.0	1.5	3.0	5.0	10.0	15.0
不点確率(%)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	75.0	95.0

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/013259

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H01J61/88, 61/30, 61/34

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H01J61/00-61/96

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2002-536786 A (Koninklijke Philips Electronics N.V.), 29 October, 2002 (29.10.02), Par. Nos. [0001], [0004], [0008], [0010] & WO 2000/045419 A1 & US 6300729 B1	1-5
Y	JP 4-370649 A (Toto Ltd.), 24 December, 1992 (24.12.92), Par. Nos. [0017] to [0019] (Family: none)	1-5
A	JP 2002-293609 A (NGK Insulators, Ltd.), 09 October, 2002 (09.10.02), Full text; all drawings & EP 1251112 A3 & US 2002/0155944 A1	1-5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
07 December, 2004 (07.12.04)

Date of mailing of the international search report
28 December, 2004 (28.12.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl.⁷ H01J61/88, 61/30, 61/34

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl.⁷ H01J61/00-61/96

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2004年
日本国登録実用新案公報 1994-2004年
日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2002-536786 A (コーニンクレッカ フィリップス エレクトロニクス エヌ ヴィ) 2002. 10. 29; 段落【0001】、【0004】、【0008】、【0010】 & WO 2000/045419 A1 & US 6300729 B1	1-5
Y	JP 4-370649 A (東陶機器株式会社) 1992. 12. 24, 段落【0017】-【0019】 (ファミリーなし)	1-5

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

07. 12. 2004

国際調査報告の発送日

28.12.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)
河原 英雄

2G 8506

電話番号 03-3581-1101 内線 3225

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2002-293609 A (日本碍子株式会社) 200 2. 10. 09, 全文, 全図 & EP 1251112 A3 & US 2002/0155944 A1	1-5